

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-090249

(43)Date of publication of application : 04.04.1997

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

(21)Application number : 07-245996

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 25.09.1995

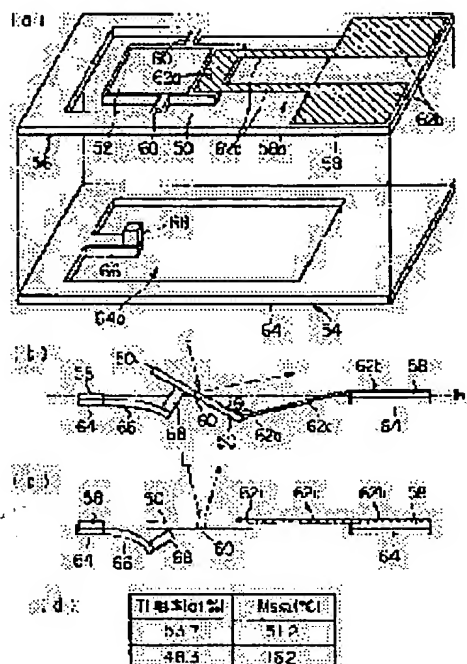
(72)Inventor : WAKAZONO SHIGEHIRO

(54) OPTICAL DEFLECTOR AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact optical deflector which is simple in constitution and is small in the number of parts and a process for producing the same.

SOLUTION: This optical deflector has a planar member 50 which is provided with a reflection mirror 52 formed of an Al film, a supporting means for freely vibratably and deflectably supporting this planar member and a driving means for vibrating and deflecting the planar member supported by this supporting means. This driving means is provided with a prescribed TiNi shape memory alloy thin film and a bias spring means for assisting the action of this TiNi shape memory alloy thin film. The supporting means is provided with a pair of torsion bars 60 for freely vibratably and oscillatably supporting the planar member. This bias spring means is provided with a cantilever 66 and a projecting part 68 which is projectingly disposed at the extending end of this cantilever and is contactable with the rear surface of the planar member.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 9 0 2 4 9

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

E

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平7-245996

(22) 出願日 平成7年(1995)9月25日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 若園 繁博

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリン
パス光学工業株式会社内

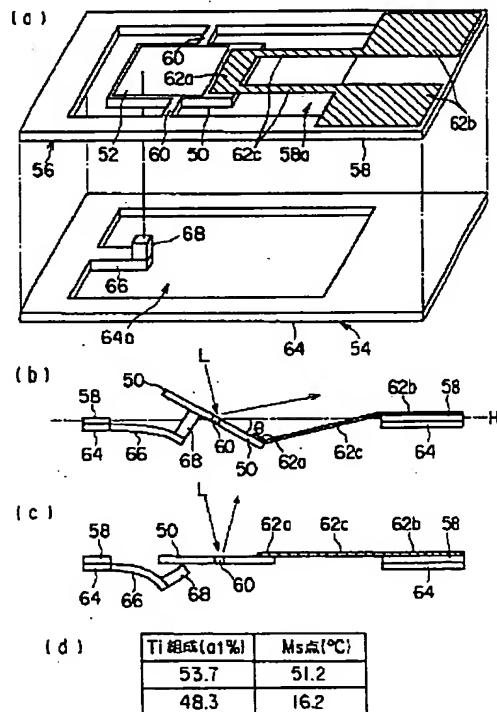
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 光偏向子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で且つ部品点数の少ないコンパクトな光偏向子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 A 1 膜で形成された反射ミラー 5 2 が設けられた板状部材 5 0 と、この板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段と、この支持手段に支持された板状部材を振動且つ偏向させる駆動手段とを備えており、駆動手段には、所定の T i N i 形状記憶合金薄膜と、この T i N i 形状記憶合金薄膜の動作を補助するためのバイアスバネ手段とが設けられている。支持手段には、板状部材を振動且つ偏向自在に支持する一対のトーションバー 6 0 が設けられている。バイアスバネ手段には、片持ち梁 6 6 と、この片持ち梁の延出端に突設し且つ板状部材の裏面に接触可能な突起部 6 8 とが設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射手段が設けられた板状部材と、この板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段と、この支持手段に支持された前記板状部材を振動且つ偏向させる駆動手段とを備えており、前記駆動手段には、所定の形状記憶合金と、この形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段とが設けられていることを特徴とする光偏向子。

【請求項2】 前記支持手段には、前記板状部材を振動且つ偏向自在に支持する一対の弾性屈曲部材が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の光偏向子。

【請求項3】 第1の部材に対して、板状部材及びこの板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段を一体的に形成する第1の工程と、前記支持手段に支持された前記板状部材を振動且つ偏向させるように、前記第1の部材に対して所定の形状記憶合金を一体的に配設する第2の工程と、第2の部材に対して、前記形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段を一体的に形成する第3の工程と、前記第1及び第2の工程を介して所定の構成が形成された前記第1の部材及び前記第3の工程により形成された前記第2の部材を相互に接合する第4の工程とを有していることを特徴とする光偏向子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば電子写真式複写機やレーザビームプリンタ画像形成装置又はバーコード読取装置等の光学機器に用いられる形状記憶合金駆動型の光偏向子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の光偏向子としては、例えば特開平6-175060号公報に開示されたねじり振動子を用いた光偏向子が知られている（第1の従来技術）。図6に示すように、第1の従来技術の光偏向子は、磁性体で形成された2自由度振動子と、この2自由度振動子を駆動制御するように、一対の第1コイル2及び一対の第2コイル4が設けられた基板6とを備えている。

【0003】2自由度振動子は、基板6に振動自在に支持された第2ねじり振動子と、この第2ねじり振動子によって振動自在に支持された第1ねじり振動子とを備えている。第2ねじり振動子には、基板6に固定された固定部8と、第1ねじり振動子を振動自在に支持する外枠部10と、この外枠部10を固定部8に対して振動自在に支持する一対の第2ねじりばね12とが設けられている。また、第1ねじり振動子には、一対の第1ねじりばね14と、これら第1ねじりばね14によって外枠部10に振動自在に支持されている板状部材16とが設けら

れている。

【0004】このような構成において、第1コイル2に電流を流して磁束を発生させることによって、第1ねじり振動子を構成する外枠部10には吸引力が働く。一方、第1及び第2コイル2、4に交互に通電することによって、第1及び第2ねじり振動子は、夫々対応する第2及び第1ねじりばね12、14を中心に回転振動することになる。

【0005】第1及び第2ねじり振動子を回転振動させる方法としては、第2ねじり振動子の共振周波数を第1ねじり振動子の共振周波数よりかなり高く設定した状態において、第1ねじり振動子の共振周波数付近の周波数の電流を第1及び第2コイル2、4に交互に通電する。この場合、第2ねじり振動子の振幅が小さく抑えられ、且つ、第1ねじり振動子の振幅が大きくなる。具体的には、例えば第1ねじり振動子の共振周波数に基づいて第2ねじり振動子を駆動させた場合、第1ねじり振動子の振幅 X_1 と第2ねじり振動子の振幅 X_2 は、夫々、 $|X_1| = 0$... (1)
 $|X_2| = F / |k|$... (2)となる。但し、 F は駆動力、 k はねじり振動子のばね定数である。

【0006】このように第1の従来技術によれば、第2ねじり振動子と一対の第1及び第2コイル2、4との間の距離を小さくすることができるため、小さな電流でも効率良く振動子を駆動させることが可能となる。

【0007】また、図7に示すような光偏向子も提案されている（第2の従来技術）。図7に示すように、第2の従来技術の光偏向子には、第1の従来技術に適用された2自由度振動子が基板6上に配置されている。但し、基板6には、第1の従来技術に適用された第1及び第2コイル2、4の代わりに、第1及び第2の固定電極18、20が設けられている。

【0008】このような構成によれば、2自由度振動子を接地した状態において、第1及び第2の固定電極18、20に交互に電圧を印加して静電力を発生させることによって、2自由度振動子が回転振動することになる。但し、この方法では、2自由度振動子に大きな力がかかったとき、第1ねじり振動子を構成する外枠部10が第1及び第2の固定電極18、20に接触して吸引固定され、動作不能になってしまう場合がある。

【0009】そこで、このような問題を解消するために、図8に示すような光偏向子が提案されている（第3の従来技術）。この光偏向子は、2自由度振動子の外枠部10に対向配置された第1及び第2の固定電極対22、24及び26、28を備えており、これら第1及び第2の固定電極対22、24及び26、28に交互に電圧を印加して静電力を発生させることによって、2自由度振動子を回転振動させるように構成されている。なお、第1及び第2の固定電極対22、24及び26、28

8の対向する電極相互には逆位相の電圧が印加される。

【0010】また、例えば特開昭61-138229号公報には、形状記憶合金を利用した光偏向子が開示されている（第4の従来技術）。図9に示すように、第4の従来技術の光偏向子によれば、光源30から発光したレーザー光は、ミラー32によって所望方向へ反射された後、スクリーン34へ投射される。ミラー32は、第1のニクロム線36を介して加熱することによって図中上方へ屈曲可能な第1の形状記憶合金部材38に取り付けられており、この第1の形状記憶合金部材38は、第2のニクロム線40を介して加熱することによって図中横方向へ屈曲可能な第2の形状記憶合金部材42に取り付けられている。なお、第1及び第2の形状記憶合金部材38、42は、断熱材44を介して連結されており、相互に温度の影響を受けないように構成されている。

【0011】このような構成によれば、第1及び第2の形状記憶合金部材38、42を屈曲させてミラー32の鏡面角度を変化させることによって、ミラー32からスクリーン34上へ投射された反射光は、スクリーン34上を所定方向へ移動することになる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の従来技術の光偏向子は、複数のコイル2、4と第1及び第2ねじり振動子とを組み合わせて構成している関係上、構成が複雑化すると共に部品点数が増大する。更に、第1の従来技術では、各構成が立体的に組み立てられていると共に、導線を巻き上げて複数のコイル2、4が構成されている。このため、複数のコイル自体の小型化に限界があり、光偏向子全体を小型化することが困難になる。

【0013】また、第2の従来技術の光偏向子は、上述したように外枠部10が第1及び第2の固定電極18、20に吸引固定されてしまう場合がある。また、第3の従来技術の光偏向子では、固定電極22、26を支持する基板46に加えて固定電極26、28を支持するための部材48が別途必要となり、構造が複雑化すると共に部品点数が増大する。

【0014】また、第4の従来技術の光偏向子は、第1及び第2の形状記憶合金部材38、42を加熱するための第1及び第2のニクロム線36、40等が別途必要となるため、小型化には限界がある。

【0015】本発明は、このような課題を解決するためになされておられ、その目的は、簡単な構成で且つ部品数の少ないコンパクトな光偏向子及びその製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の光偏向子は、反射手段が設けられた板状部材と、この板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段と、この支持手段に支持された前記板状部材

を振動且つ偏向させる駆動手段とを備えており、前記駆動手段には、所定の形状記憶合金と、この形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段とが設けられている。

【0017】また、本発明の光偏向子の製造方法は、第1の部材に対して、板状部材及びこの板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段を一体的に形成する第1の工程と、前記支持手段に支持された前記板状部材を振動且つ偏向させるように、前記第1の部材に対して所定の形状記憶合金を一体的に配設する第2の工程と、第2の部材に対して、前記形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段を一体的に形成する第3の工程と、前記第1及び第2の工程を介して所定の構成が形成された前記第1の部材及び前記第3の工程により形成された前記第2の部材を相互に接合する第4の工程とを有している。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施の形態に係る光偏向子について、図1を参照して説明する。図1(a)に示すように、本実施の形態の光偏向子は、反射手段が設けられた板状部材50と、この板状部材50を振動且つ偏向自在に支持する支持手段と、この支持手段に支持された板状部材50を振動且つ偏向させる駆動手段とを備えており、駆動手段には、形状記憶合金と、この形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段とが設けられている。なお、本実施の形態の説明に際し、板状部材50のうち、反射手段が設けられている面を表面と称し、その反対側を裏面と称する。

【0019】反射手段は、本実施の形態において、アルミニウム膜（A1膜）で形成された反射ミラー52が該当する。Si基板製の第1の部材56は、後述するSi基板製の第2の部材54と一体接合可能に構成されており、この第1の部材56には、中抜きエッチング加工された第1の外枠58と、この第1の外枠58の中抜き領域58a内に板状部材50が振動且つ偏向自在に位置決め支持されるように、板状部材50の両側端を第1の外枠58に連結する一対の弾性屈曲部材即ち一対のトーションバー60とが設けられている。この結果、板状部材50は、一対のトーションバー60がねじれることによって、これらトーションバー60を結ぶ軸線を中心に所定方向へ回転可能に構成される。従って、板状部材50の支持手段は、一対のトーションバー60と第1の外枠58とが該当する。

【0020】形状記憶合金は、本実施の形態において、TiNi製の形状記憶合金薄膜（以下、TiNi形状記憶合金薄膜という）によって構成されており、このTiNi形状記憶合金薄膜は、板状部材50の表面に接合された第1の接合部62aと、第1の外枠58に接合された第2の接合部62bと、第1及び第2の接合部62a、62bを連結するように、板状部材50の回転中心

軸（即ち、一对のトーションバー60を結ぶ軸線）に直交する方向に延出した一对のブリッジ部62cとを備えている。なお、第2の接合部62bは、後述するようにTiNi形状記憶合金薄膜に通電するための電極を兼ねており、また、一对のブリッジ部62cの電気的抵抗が高くなるように、一对のブリッジ部62cの膜幅は、第1及び第2の接合部62a、62bの膜幅よりも充分に小さく構成されている。

【0021】バイアスパネ手段は、上記第1の部材56と同様に中抜きエッチング加工された第2の外枠64と備えた第2の部材54に一体的に構成されており、具体的には、バイアスパネ手段は、第2の外枠64から中抜き領域64a内に所定長さだけ延出した片持ち梁66と、この片持ち梁66の延出端に突設し且つ板状部材50の裏面に接触可能な突起部68とから構成されている。本実施の形態において、片持ち梁66に突設された突起部68は、一对のトーションバー60を結ぶ軸線上以外の領域であって且つこの軸線に直交する線上領域に対応した板状部材50の裏面に接触可能に構成されている。

【0022】ところで、一般的な形状記憶合金において、低温時のマルテンサイト相では、その形状が自由に變形し、一方、高温時のオーステナイト相では、予め熱処理によって記憶された初期形状へ回復する。この場合、オーステナイト相時の形状に対するマルテンサイト相時の形状変化に起因した歪みが5%程度であれば、形状記憶合金は、そのオーステナイト相への変態時において、完全に初期形状へ回復する。しかし、5%程度以上の大きな歪みを与えた場合には、残留歪みが発生するため、完全に初期形状へ回復することは困難になる。このため、形状記憶合金をアクチュエータとして用いる場合は、その歪みが5%程度以内に収まるように設計する必要がある。

【0023】そこで、本実施の形態では、形状記憶合金としてTiNi形状記憶合金薄膜を適用したが、このTiNi形状記憶合金薄膜は、室温でマルテンサイト相となり、80℃でオーステナイト相をとるよう構成されている。また、このTiNi形状記憶合金薄膜は、オーステナイト相において、どの部分も折れ曲がることなく、完全にフラットな状態となるよう形状記憶されている。従って、室温時では、その形状が自由に變形し、一方、高温時では、その形状が完全にフラットな状態へ形状回復する。このようなTiNi形状記憶合金薄膜は、一般的に、その組成比がTi-richになるにつれてマルテンサイト変態開始温度(Ms点)が上昇する傾向にあるが、図1(d)に示すように、室温以上のMs点を実現できる組成比、具体的には、Ti-46~52原子%Ni(Ti-46~52at%Ni)の範囲であればよい。

【0024】このような構成によれば、図1(b)に示

すように、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されていない状態において、板状部材50は、片持ち梁66の応力を緩和する方向へ押し上げられた状態に維持される。具体的には、板状部材50は、片持ち梁66の弾性によって一对のトーションバー60を結ぶ軸線を中心に回転し、水平軸Hに対して角度θの回転状態に維持される。この場合、第1の外枠58(図1(a)参照)に接合された第2の接合部62bから延出した一对のブリッジ部62cは、第1の接合部62aを介して板状部材50に接合されているため、板状部材50が上記のように回転したことによって、所定量だけ伸長された状態に維持される。

【0025】次に、上述したような構成を有する本実施の形態の光偏向子の製造方法について、図1(a)~(c)を参照して説明する。まず、第1の部材56に設けられる各構成の製造プロセスについて説明する。

【0026】両面が研磨された厚さ300μmのSi基板を用意した後、このSi基板上に厚さ20μmのTiNi形状記憶合金薄膜を成膜する。なお、TiNi形状記憶合金薄膜のTiとNiの組成比は、Ti-48.0原子%Ni(Ti-48.0at%Ni)とする。但し、上述した通り、この組成比は、Ti-46~52原子%Ni(Ti-46~52at%Ni)の範囲であれば特にTi-48.0at%Niである必要はない。

【0027】次に、TiNi形状記憶合金薄膜が図1(a)に示された形状になるように、不必要なTiNi形状記憶合金薄膜を弗硝酸で除去する。この後、板状部材50が形成されるべきSi基板の表面に、反射ミラー52を構成するためのAl膜を蒸着し、このAl膜を所望形状にエッチングする。

【0028】続いて、TiNi形状記憶合金薄膜が成膜された面に対して、Si基板の裏面側からKOHによってSi基板の不必要な領域をエッチアウトする。最後に、TiNi形状記憶合金薄膜を結晶化するため、500℃で1時間の熱処理を行う。この処理が施されることによって、TiNi形状記憶合金薄膜は、フラットな形状を記憶する。

【0029】次に、第2の部材54に設けられる各構成の製造プロセスについて説明する。厚さ300μmのSi基板を用意した後、このSi基板上の突起部68を形成すべき領域に銅(Cu)のSeed-Layer(種結晶)を形成する。

【0030】続いて、Cuの電解メッキで角柱を生成して突起部68を形成した後、KOH等によってSi基板の不必要な領域をエッチアウトする。このようなプロセスによって、第1及び第2の部材56、54を製造した後、これら第1及び第2の部材56、54を陽極接合法によって相互に接合する。この結果、図1(a)に示すような光偏向子が製造されることになる。

【0031】次に、本実施の形態の動作について図1

(a) ~ (c) を参照して説明する。TiNi 形状記憶合金薄膜に通電していない状態において、板状部材 50 の裏面には、片持ち梁 66 に突設された突起部 68 が接触している。このとき、板状部材 50 は、片持ち梁 66 の弾性によって一對のトーションバー 60 を結ぶ軸線を中心に回転し、水平軸 H に対して角度 θ の回転状態に維持されている。この場合、板状部材 50 の回転状態に対応して TiNi 形状記憶合金薄膜の一対のブリッジ部 62c は、所定量だけ伸長しているが、室温状態では、自由に歪むマルテンサイト相となっているため負荷無く伸長している (図 1 (b) 参照)。

【0032】このような状態において、電極を兼ねた第 2 の接合部 62b を介して TiNi 形状記憶合金薄膜に通電すると、電気抵抗が高い一對のブリッジ部 62c のみが局所的に加熱される。このとき、一對のブリッジ部 62c は、オーステナイト相へ変態して、予め記憶された完全なフラット形状へ回復する。この結果、板状部材 50 は、第 1 の外枠 58 と平行になるように、一對のトーションバー 60 を回転中心として回転する (図 1 (c) 参照)。

【0033】ここで、TiNi 形状記憶合金薄膜にパルス的に通電しながら一對のブリッジ部 62c を加熱すると、板状部材 50 は、同図 (b) と同図 (c) の状態に交互に位置付けられ、角度 θ の範囲で回転振動する。従って、レーザー光線 L を反射ミラー 52 に照射しながら板状部材 50 を回転振動させると、反射角 2θ の範囲で反射ミラー 52 からレーザー光線が反射される。この結果、本実施の形態の光偏向子は、スキャナーとしての機能を奏することが可能となる。

【0034】このように本実施の形態によれば、反射ミラー 52 が形成された板状部材 50 を振動且つ偏向させるためのアクチュエータとして TiNi 形状記憶合金薄膜を用いたことによって、全体構成を一体的に且つ 2 次元的に構成することができるため、簡単な構成で且つ部品点数の少ないコンパクトな光偏向子を提供することが可能となる。

【0035】次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る光偏向子について、図 2 を参照して説明する。なお、本実施の形態の説明に際し、第 1 の実施の形態 (図 1 参照) と同一の構成には、同一符号を付して、その説明を省略する。

【0036】上記第 1 の実施の形態 (図 1 参照) では、板状部材 50 の表面に A1 膜を蒸着することによって反射ミラー 52 を形成したが、本実施の形態では、図 2 に示すように、板状部材 50 の表面全体に成膜した TiNi 形状記憶合金薄膜によって反射ミラーが構成される。従って、本実施の形態の説明に際し、板状部材 50 の表面全体に成膜された TiNi 形状記憶合金薄膜のうち、反射ミラーに相当する部分を反射ミラー部 62d として表示する。この場合、この反射ミラー部 62d は、第 1

の接合部 62a と一体的に成膜されていることになる。なお、他の構成及び動作は、第 1 の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0037】本実施の形態の製造方法は、第 1 の実施の形態で説明した製造方法の中で、TiNi 形状記憶合金薄膜の成膜範囲を板状部材 50 の表面全体に広げる代りに、A1 膜の蒸着プロセスを削除すればよい。なお、これ以外の製造プロセスは、第 1 の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0038】このように本実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と比較して製造プロセスを簡略化させることが可能となる。また、TiNi 形状記憶合金薄膜に通電した際に、板状部材 50 に成膜されている TiNi 形状記憶合金薄膜の電気抵抗を小さくすることができるため、低電圧で第 1 の実施の形態と同様の動作を実現することが可能となる。この場合、板状部材 50 上の発生熱量を抑えることができるため、反射ミラー部 62d の熱的歪みを防ぐことが可能となる。なお、他の効果は、第 1 の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0039】次に、本発明の第 3 の実施の形態に係る光偏向子について、図 3 を参照して説明する。なお、本実施の形態の説明に際し、第 1 の実施の形態 (図 1 参照) と同一の構成には、同一符号を付して、その説明を省略する。

【0040】上記第 2 の実施の形態 (図 2 参照) では、板状部材 50 の表面全体に成膜した TiNi 形状記憶合金薄膜の一部を反射ミラー部 62d として用いたが、本実施の形態では、図 3 に示すように、板状部材 50 の表面全体に TiNi 形状記憶合金薄膜を成膜して第 1 の接合部 62a を形成し、この第 1 の接合部 62a 上に更に A1 膜を蒸着して反射ミラー 52a が形成されている。なお、他の構成及び動作は、第 1 及び第 2 の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0041】本実施の形態の製造方法は、A1 膜を板状部材 50 の表面全体に蒸着する点が第 1 の実施の形態で説明した製造方法とは異なる点であり、これ以外の製造プロセスは、第 1 及び第 2 の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0042】このように本実施の形態によれば、第 1 及び第 2 の実施の形態に比べて更に反射率の高い反射ミラー 52a を形成することが可能となると共に、板状部材 50 上の電気抵抗を更に下げることができるため、低電圧で第 1 及び第 2 の実施の形態と同様の動作を実現することが可能となる。この場合、板状部材 50 上の発生熱量を抑えることができるため、反射ミラー 52a の熱的歪みを防ぐことが可能となる。なお、他の効果は、第 1 及び第 2 の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0043】次に、本発明の第 4 の実施の形態に係る光

偏向子について、図4を参照して説明する。なお、本実施の形態は、第2の実施の形態（図2参照）の変形例であるため、本実施の形態の説明に際し、第2の実施の形態と同一の構成には、同一符号を付して、その説明を省略する。

【0044】図4（a）に示すように、本実施の形態の光偏向子は、TiNi形状記憶合金薄膜の一对のブリッジ部62cが一对のトーションバー60を結ぶ軸線と平行に且つ一对のトーションバー60に近接して設けられている点に特徴を有しており、他の構成は、上記第2の実施の形態と同一であるため、その説明は省略する。

【0045】本実施の形態の製造方法は、TiNi形状記憶合金薄膜の一对のブリッジ部62cを一对のトーションバー60を結ぶ軸線と平行に形成する点を除いて、第2実施の形態と同様である。

【0046】次に、本実施の形態の動作について図4（a）～（c）を参照して説明する。TiNi形状記憶合金薄膜に通電していない状態において、板状部材50の裏面には、片持ち梁66に突設された突起部68が接触している。このとき、板状部材50は、片持ち梁66の弾性によって一对のトーションバー60を結ぶ軸線を中心に回転し、水平軸Hに対して角度 θ の回転状態に維持されている。この場合、板状部材50の回転状態に対応してTiNi形状記憶合金薄膜の一对のブリッジ部62cは、所定量だけ伸長しているが、室温状態では、自由に歪むマルテンサイト相となっているため負荷無く伸長している（図4（b）参照）。

【0047】このような状態において、電極を兼ねた第2の接合部62bを介してTiNi形状記憶合金薄膜に通電すると、電気抵抗が高い一对のブリッジ部62cのみが局所的に加熱される。このとき、一对のブリッジ部62cは、オーステナイト相へ変態して縮むため、予め記憶された完全なフラット形状へ変化する。この結果、板状部材50は、第1の外枠58と平行になるように、一对のトーションバー60を回転中心として回転する（図4（c）参照）。

なお、同図（c）において、板状部材50が第1の外枠58と平行になったとき、一对のブリッジ部62cは、板状部材50の表面に接合された第1の接合部62a及び反射ミラー部62dと同一平面上に位置付けられるため、図面上には現されていない。

【0048】ここで、TiNi形状記憶合金薄膜にパルス的に通電しながら一对のブリッジ部62cを加熱すると、板状部材50は、同図（b）と同図（c）の状態に交互に位置付けられ、角度 θ の範囲で回転振動する。従って、レーザー光線Lを反射ミラー部62dに照射しながら板状部材50を回転振動させると、反射角 2θ の範囲で反射ミラー部62dからレーザー光線が反射される。この結果、光偏向子は、スキャナーとしての機能を奏することが可能となる。

【0049】このように本実施の形態によれば、上述し

た各実施の形態とは異なり、一对のブリッジ部62cを一对のトーションバー60に接近して設けることができる。TiNi形状記憶合金薄膜は、最大約5%程度歪むように設計することが好ましいという点については上述した通りであるが、本実施の形態のように一对のトーションバー60の近くで約5%程度歪ませる方が、一对のトーションバー60から離間した位置で約5%程度歪ませるよりも、一对のブリッジ部62cの長さを短くすることができる。この結果、第1の外枠58を上述した各実施の形態に比べて小さくすることができるため、光偏向子全体を更にコンパクト化させることが可能となる。

【0050】次に、本発明の第5の実施の形態に係る光偏向子について、図5を参照して説明する。反射手段が設けられた板状部材70と、この板状部材70を振動且つ偏向自在に支持する支持手段と、この支持手段に支持された板状部材70を振動且つ偏向させる駆動手段とを備えており、駆動手段には、形状記憶合金と、この形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段とが設けられている。なお、本実施の形態の説明に際し、板状部材70のうち、反射手段が設けられている面を裏面と称し、その反対側を表面と称する。

【0051】反射手段は、本実施の形態において、アルミニウム膜（Al膜）で形成された反射ミラー72（図5（b）、（c）参照）が該当し、この反射ミラー72は、板状部材の裏面全体にAlを蒸着して形成されている。

【0052】Si基板製の第1の部材76は、後述するSi基板製の第2の部材74と一体接合可能に構成されており、この第1の部材76には、その裏面に反射ミラー72が形成された板状部材70を振動且つ偏向自在に支持する一对の弾性屈曲部材即ち一对の板バネ78と、これら板バネ78を支持する板バネ支持部80とが設けられている。この結果、板状部材70は、一对の板バネ78が屈曲することによって所定方向に振動且つ偏向可能に構成される。従って、板状部材70の支持手段は、一对の板バネ78と板バネ支持部80とが該当する。

【0053】形状記憶合金は、本実施の形態において、TiNi製の形状記憶合金薄膜（以下、TiNi形状記憶合金薄膜という）によって構成されており、このTiNi形状記憶合金薄膜は、板状部材70の表面全体に接合された第1の接合部82aと、板バネ支持部80に接合された第2の接合部82bと、第1及び第2の接合部82a、82bを連結するように、一对の板バネ78と平行に延出した一对のブリッジ部82cとを備えている。なお、第2の接合部82bは、後述するようにTiNi形状記憶合金薄膜に通電するための電極を兼ねており、また、一对のブリッジ部82cの電気的抵抗が高くなるように、一对のブリッジ部82cの膜幅は、第1及び第2の接合部82a、82bの膜幅よりも充分に小さく構成されている。また、TiとNiの組成比は、第1

の実施の形態と同様である。

【0054】バイアスパネ手段は、第2の部材74に一体的に構成されており、具体的には、バイアスパネ手段は、支持部84から所定長さだけ延出した片持ち梁86と、この片持ち梁86の延出端に突設し且つ板状部材70の表面（具体的には、第1の接合部82a）に接触可能な突起部88とから構成されている。

【0055】このような構成によれば、図5（b）に示すように、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されていない状態において、板状部材70は、片持ち梁86の応力を緩和する方向へ押し下げられた状態に維持される。具体的には、板状部材70は、片持ち梁86の弾性作用を受けて一对の板バネ78が屈曲することにより、水平軸Hに対して角度 θ だけ傾斜した状態に維持される。

【0056】次に、上述したような構成を有する本実施の形態の光偏向子の製造方法について、図5（a）～（c）を参照して説明する。まず、第1の部材76に設けられる各構成の製造プロセスについて説明する。

【0057】両面が研磨された厚さ300 μ mのSi基板を用意した後、このSi基板上に厚さ5 μ mのTiNi形状記憶合金薄膜を成膜する。次に、TiNi形状記憶合金薄膜が図5（a）に示された形状になるように、不必要なTiNi形状記憶合金薄膜を弗硝酸で除去する。

【0058】この後、板状部材70が形成されるべきSi基板の裏面に、反射ミラー72を構成するためのAl膜を蒸着し、このAl膜を所望形状にエッチングする。続いて、TiNi形状記憶合金薄膜が成膜された面に対して、Si基板の裏面側からKOHによってSi基板の不必要な領域をエッチアウトする。

【0059】最後に、TiNi形状記憶合金薄膜を結晶化するため、500℃で1時間の熱処理を行う。この処理が施されることによって、TiNi形状記憶合金薄膜は、フラットな形状を記憶する。

【0060】次に、第2の部材74に設けられる各構成の製造プロセスについて説明する。厚さ300 μ mのSi基板を用意した後、このSi基板上の突起部88を形成すべき領域に銅（Cu）のSeed-Layer（種結晶）を形成する。

【0061】続いて、Cuの電解メッキで角柱を生成して突起部88を形成した後、KOH等によってSi基板の不必要な領域をエッチアウトする。このようなプロセスによって、第1及び第2の部材76、74を製造した後、これら第1及び第2の部材76、74を陽極接合法によって相互に接合する。この結果、図5（a）に示すような光偏向子が製造されることになる。

【0062】次に、本実施の形態の動作について図5（a）～（c）を参照して説明する。TiNi形状記憶合金薄膜に通電していない状態において、板状部材70の表面には、片持ち梁86に突設された突起部88が接

触している。このとき、板状部材70は、片持ち梁86の弾性作用を受けた一对の板バネ78が屈曲することにより、水平軸Hに対して角度 θ だけ傾斜した状態に維持されている。この場合、板状部材70の傾斜状態に対応してTiNi形状記憶合金薄膜の一对のブリッジ部82cは、所定量だけ伸長しているが、室温状態では、自由に歪むマルテンサイト相となっているため負荷無く伸長している（図5（b）参照）。

【0063】このような状態において、電極を兼ねた第2の接合部82bを介してTiNi形状記憶合金薄膜に通電すると、電気抵抗が高い一对のブリッジ部82cのみが局所的に加熱される。このとき、一对のブリッジ部82cは、オーステナイト相へ変態して、予め記憶された完全なフラット形状へ回復する。この結果、一对の板バネ78は、これに応力が発生する以前の初期形状に変形するため、板状部材70は、板バネ支持部80と平行に位置付けられる。

【0064】ここで、TiNi形状記憶合金薄膜にパルス的に通電しながら一对のブリッジ部82cを加熱すると、板状部材70は、同図（b）と同図（c）の状態に交互に位置付けられ、角度 θ の範囲で回転振動する。従って、レーザー光線Lを反射ミラー72に照射しながら板状部材70を振動させると、反射ミラー72からレーザー光線が反射される。この結果、本実施の形態の光偏向子は、スキャナーとしての機能を奏することが可能となる。

【0065】このように本実施の形態によれば、上述した各実施の形態において必要であったトーションバーや第1及び第2の外枠等が不要となるため、極めて単純な構成で且つ部品点数の少ないコンパクトな光偏向子を実現することが可能となる。

【0066】なお、上述した具体的な構成から以下のような技術的思想が導かれる。

請求項1

（構成）反射手段が設けられた板状部材と、この板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段と、この支持手段に支持された前記板状部材を振動且つ偏向させる駆動手段とを備えており、前記駆動手段には、所定の形状記憶合金と、この形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスパネ手段とが設けられていることを特徴とする光偏向子。

（作用）駆動手段を介して板状部材を所定方向へ振動且つ偏向させることによって、光偏向子は、スキャナーとしての機能を奏する。

（効果）反射手段が設けられた板状部材を駆動する駆動手段を形状記憶合金及びバイアスパネ手段で構成したことによって、簡単な構成で且つ部品点数の少ないコンパクトな光偏向子を提供することができる。

請求項2

（構成）前記支持手段には、前記板状部材を振動且つ偏

10

20

30

40

50

向自在に支持する一対の弾性屈曲部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 駆動手段によって駆動された板状部材は、一対の弾性屈曲部材を介して所定方向へ振動且つ偏向する。

(効果) 反射手段が設けられた板状部材を駆動する駆動手段を形状記憶合金及びバイアスバネ手段で構成したことによって、簡単な構成で且つ部品点数の少ないコンパクトな光偏向子を提供することができる。

請求項 3

(構成・作用) 第 1 の部材に対して、板状部材及びこの板状部材を振動且つ偏向自在に支持する支持手段を一体的に形成する第 1 の工程と、前記支持手段に支持された前記板状部材を振動且つ偏向させるように、前記第 1 の部材に対して所定の形状記憶合金を一体的に配設する第 2 の工程と、第 2 の部材に対して、前記形状記憶合金の動作を補助するためのバイアスバネ手段を一体的に形成する第 3 の工程と、前記第 1 及び第 2 の工程を介して所定の構成が形成された前記第 1 の部材及び前記第 3 の工程によって形成された前記第 2 の部材を相互に接合する第 4 の工程とを有していることを特徴とする光偏向子の製造方法。

(効果) 第 1 の部材に対して、バイアスバネ手段を立体的に配置することができる。

請求項 4

(構成・作用) 前記支持手段には、前記板状部材を振動且つ偏向自在に支持する一対の弾性屈曲部材が設けられており、この一対の弾性屈曲部材は、前記第 1 の工程において、前記板状部材及び前記支持手段と共に一体的に形成されることを特徴とする請求項 3 に記載の光偏向子の製造方法。

(効果) 第 1 の部材に対して、バイアスバネ手段を立体的に配置することができる。

請求項 5

(構成) 前記形状記憶合金は、薄膜で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 駆動手段を介して板状部材を所定方向へ振動且つ偏向させることによって、光偏向子は、スキャナとしての機能を奏する。

(効果) 薄膜である形状記憶合金を用いることで、駆動手段としての形状記憶合金を機械的に組み上げることなく一体的に形成することができる。また、形状記憶合金を薄膜化することで形状記憶合金の熱容量を小さくできる。

【0067】更に、光偏向子の板状部材の駆動手段を一体的に形成でき、機械的な組立てが不必要になるので、光偏向子全体の小型化が可能である。また、薄膜の熱容量は小さいので、敏速に熱応答する駆動手段を得ることができる。また、放熱特性が良いのでミラー等の熱歪みが小さくなる。

請求項 6

(構成) 前記形状記憶合金は、伸縮動作することにより前記板状部材を振動且つ偏向させる機能を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 形状記憶合金が伸縮動作することによって、板状部材に対して比較的大きな力が与えられる。

(効果) 伸縮する形状記憶合金を用いることにより、大きな力で板状部材を振動且つ偏向させることができる。

請求項 7

(構成) 前記形状記憶合金は、その伸縮部の伸縮方向と同方向の法線を持つ断面積が、この形状記憶合金の伸縮しない部位の前記断面積よりも小さいことを特徴とする請求項 6 に記載の光偏向子。

(作用) 伸縮部の伸縮方向と同方向の法線を持つ断面積を、形状記憶合金の伸縮しない部位の前記断面積よりも小さくすることにより、伸縮する部位の電気的な抵抗値が高くなる。

(効果) 前記形状記憶合金のうち、駆動手段として機能する箇所のみを電気抵抗を高めることで、その箇所だけ局所的に加熱することができる。そのため、伸縮部以外の領域への熱的な影響が無くミラー等の反射手段の熱歪みを押さえることができる。また、低電力での駆動が可能になる。

請求項 8

(構成) 前記形状記憶合金は、振動且つ偏向する前記板状部材の振動軸に対して平行に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 振動且つ偏向する板状部材の振動軸に対して平行に形状記憶合金を配置することにより、板状部材の振動軸に対して形状記憶合金を近接配置することが可能となる。

(効果) 板状部材がある角度で傾いている時、振動軸に近いほど支持部材と板状部材の間隙が小さくなる。そのため形状記憶合金を振動軸に近づけて配置するほど形状記憶合金の長さを短くできる。これにより、光偏向子全体を小型化することができる。

請求項 9

(構成) 前記反射手段は、形状記憶合金で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 反射手段を形状記憶合金で形成することにより、駆動手段となる形状記憶合金を形成すると同時に反射手段を形成することができる。また、板状部材上に広い面積で形状記憶合金を配置することにより、板状部材上の形状記憶合金の電気抵抗を下げるができる。

(効果) 反射手段を駆動手段である形状記憶合金と同時に形成することで、製造プロセスの簡略化を実現することができる。また、板状部材上の形状記憶合金の面積を広くとることで、板状部材上の形状記憶合金の電気抵抗を下げることができ、板状部材上での発熱が無視できる。その結果、ミラー等の反射手段の熱的な歪みを押さえることができる。また、板状部材上に形成した形状記

憶合金での電圧降下が殆どないので、より低電圧で光偏向子を駆動することができる。

請求項 10

(構成) 前記反射手段を前記形状記憶合金よりも反射率の高い金属で形成し、このような反射手段を前記板状部材に形成した形状記憶合金上に設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用・効果) 板状部材上に形成した形状記憶合金上に、形状記憶合金より反射率の高い形状記憶合金以外の金属を用いてミラー等の反射手段を形成することで、反射率の高い反射手段を形成することができる。また、形状記憶合金上に、更に別の形状記憶合金以外の金属を重ねて設けることで、板状部材上での電気抵抗を下げる
10
ことができる。このようにして反射率の高い反射手段を形成することにより、光線の反射効率を上げることができる。また、板状部材上での電気抵抗も下がるので板状部材上での余分な発熱がない。また、電圧降下が小さくなるので、低電圧駆動が可能になる。

請求項 11

(構成) 前記バイアスバネ手段は、前記板状部材を押すことによって、前記板状部材を支持する一対の弾性屈曲部材がねじれ、このとき、前記板状部材に固定されている前記形状記憶合金が引っ張られるように、前記形状記憶合金の伸び方向に歪みを与えるように配置された弾性体であることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 弾性体であるバイアスバネ手段が板状部材を押すとき、バイアスバネ手段内部にかかる応力を緩和するように板状部材を押し戻す。この結果、板状部材を支持している支持部材がねじられ、同時に板状部材に固定されている伸縮する形状記憶合金も引っ張られる。

(効果) 伸縮動作を利用した形状記憶合金は、引っ張り時に大きな力を発生するが、縮むときには殆ど力を発生しない。そのため、一度縮んだ形状記憶合金を伸ばすためには、形状記憶合金の引っ張り方向に力を加え再度歪ませなければならない。前記弾性体は、板状部材を引っ張ることで縮んだ形状記憶合金を再び伸ばすためのバイアスバネとして働く。

請求項 12

(構成) 前記バイアスバネ手段には、前記板状部材を押圧可能に配置された突起部が設けられていることを特徴とする請求項 11 に記載の光偏向子。

(作用) 板状部材は、バイアスバネ手段の突起部によって押圧される。

(効果) 突起部は、板状部材上に適当な高さで配置されているので、突起部の高さに対応して板状部材をある高さ分だけ押し上げる。これにより、常に板状部材を押し上げるように力が働き、板状部材に固定されている形状記憶合金を引っ張り続けることができる。

請求項 13

(構成) 前記突起部は、メッキ法によって形成されてい

ることを特徴とする請求項 12 に記載の光偏向子。

(作用) 溶液中の金属イオンを被メッキ物の上に還元析出させることにより突起部が形成される。

(効果) メッキ法を用いることにより、突起部を一体的に形成することができ、組立作業等が不要になると共に、光偏向子を小型化することができる。

請求項 14

(構成) 前記バイアスバネ手段は、前記板状部材を押すことによって、前記板状部材を支持する一対の弾性屈曲部材が曲がり、このとき、前記板状部材に固定されている前記形状記憶合金が引っ張られるように、前記形状記憶合金の伸び方向に歪みを与えるように配置された弾性体であることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) 弾性体であるバイアスバネ手段が板状部材を押すとき、バイアスバネ手段内部にかかる応力を緩和するように板状部材を押し戻す。この結果、板状部材を支持している支持部材が曲がり、これに伴って、板状部材に固定されている伸縮する形状記憶合金が引っ張られる。

(効果) 伸縮動作を利用した形状記憶合金は、引っ張り時に大きな力を発生するが、縮むときには殆ど力を発生しない。そのため、一度縮んだ形状記憶合金を伸ばすためには、前記形状記憶合金を引っ張り方向に力を加え再度歪ませる必要がある。前記弾性体は、板状部材を引っ張ることで縮んだ形状記憶合金を再び伸ばすためのバイアスバネとして働く。

請求項 15

(構成) 前記バイアスバネ手段には、前記板状部材を押圧可能に配置された突起部が設けられていることを特徴とした請求項 14 に記載の光偏向子。

(作用) 板状部材は、バイアスバネ手段の突起部によって押圧される。

(効果) 突起部は、板状部材上に適当な高さで配置されているので、突起部の高さに対応して板状部材をある高さ分だけ押し上げる。これにより、常に板状部材を押し上げるように力が働き、板状部材に固定されている形状記憶合金を引っ張り続ける。

請求項 16

(構成) 前記形状記憶合金は、Ti-46~52原子% Ni 合金であることを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向子。

(作用) Ti と Ni の組成比が Ti-46~52原子% Ni である形状記憶合金であるときは、マルテンサイト変態開始温度 (Ms 点) は室温以上になる。

(効果) 室温以上の Ms 点を有する形状記憶合金を用いた光偏向子を室温で使用する場合、Ms 点は室温より低いので、形状記憶合金を室温で冷却するとき、この形状記憶合金がマルテンサイト相へ変態し、この結果、この形状記憶合金は、マルテンサイト相 (M 相) とオーステナイト相 (A 相) の間で駆動することになる。つまり、形状記憶合金が有する最大歪みと最大力量を発生させる

17

ことができる。

【0068】

【発明の効果】本発明によれば、簡単な構成で且つ部品点数の少ないコンパクトな光偏向子及びその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明の第1の実施の形態に係る光偏向子の構成を示す斜視図、(b)は、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されていない状態において、板状部材が片持ち梁の応力を緩和する方向へ押し上げられた状態を示す図、(c)は、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されている状態において、板状部材が第1の外枠と平行になった状態を示す図、(d)は、Tiの組成比とマルテンサイト変態開始温度との対応関係を示す図。

【図2】(a)は、本発明の第2の実施の形態に係る光偏向子の構成を示す斜視図、(b)は、板状部材及びこの板状部材の表面全体に成膜されたTiNi形状記憶合金薄膜の断面図。

【図3】(a)は、本発明の第3の実施の形態に係る光偏向子の構成を示す斜視図、(b)は、板状部材と板状部材の表面全体に成膜されたTiNi形状記憶合金薄膜とTiNi形状記憶合金薄膜の表面全体に蒸着されたAl膜の断面図。

【図4】(a)は、本発明の第4の実施の形態に係る光

18

偏向子の構成を示す斜視図、(b)は、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されていない状態において、板状部材が片持ち梁の応力を緩和する方向へ押し上げられた状態を示す図、(c)は、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されている状態において、板状部材が第1の外枠と平行になった状態を示す図。

【図5】(a)は、本発明の第5の実施の形態に係る光偏向子の構成を示す斜視図、(b)は、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されていない状態において、板状部材が片持ち梁の応力を緩和する方向へ押し下げられた状態を示す図、(c)は、TiNi形状記憶合金薄膜に通電されている状態において、板状部材が板バネ支持部と平行になった状態を示す図。

【図6】第1の従来技術の光偏向子の構成を示す斜視図。

【図7】第2の従来技術の光偏向子の構成を示す斜視図。

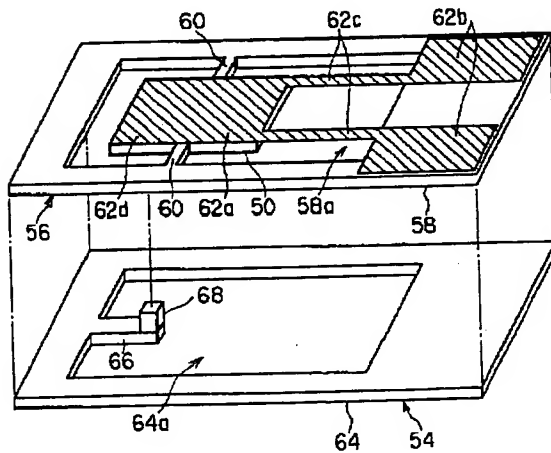
【図8】第3の従来技術の光偏向子の構成を示す部分断面図。

【図9】第4の従来技術の光偏向子の構成を示す斜視図。

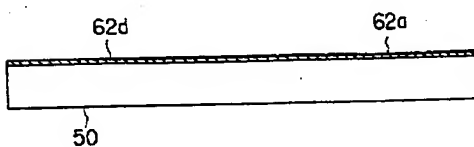
【符号の説明】

50…板状部材、52…反射ミラー、60…トーシヨンバー、66…片持ち梁、68…突起部。

【図2】

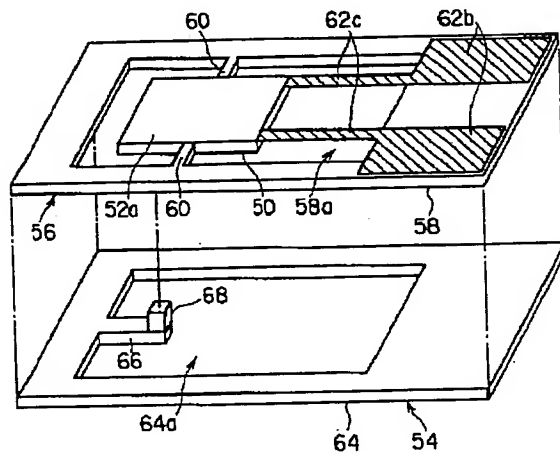


(a)

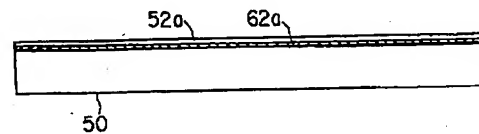


(b)

【図3】

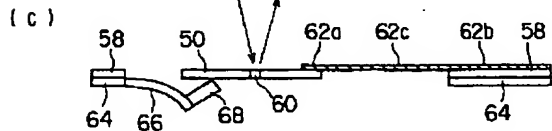


(a)



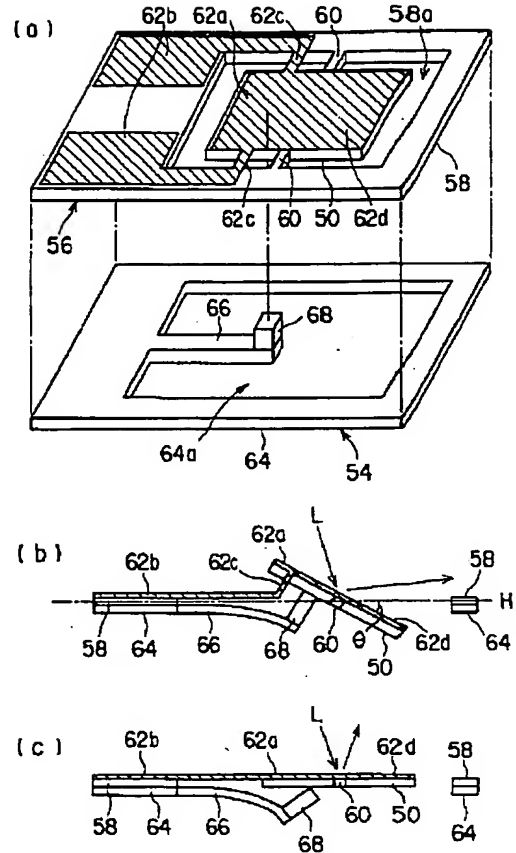
(b)

【图 1】

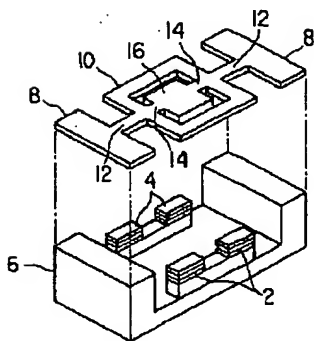


Ti 組成(at.%)	Ms 点(°C)
53.7	51.2
48.3	16.2

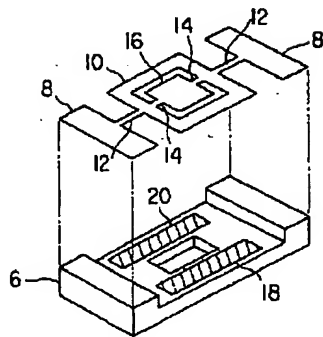
【図 4】



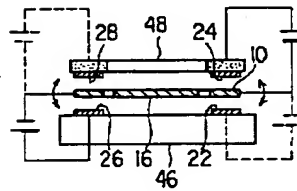
【図 6】



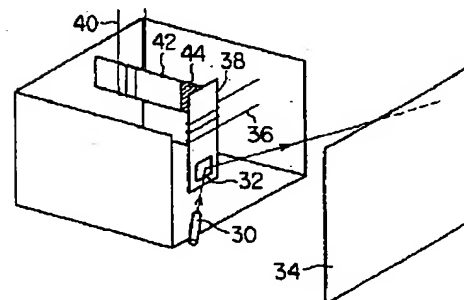
【図 7】



【図8】



【図 9】



【図 5】

